

## Sándor Zsolt Péter

PhD. hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

e-mail: sandorzs@kku.bme.hu

# Időjárási eseményekkel kapcsolatos közlekedésbiztonsági üzenetek forgalmi hatása

Kedvezőtlen időjárási körülmények között nagy jelentőségük van az intelligens közlekedési rendszereknek, amelyek az autópályák mentén telepített változtatható jelzéseképű táblákkal figyelmeztetik a járművezetőket a lehetséges veszélyekre. Az elmúlt évtizedekben már számos kutató foglalkozott az időjárás és a forgalombiztonság kérdéskörével, azonban az időjárási eseményekkel kapcsolatos üzenetek hatását még nem vizsgálták. Jelen tanulmány az időjárásfüggő figyelmeztető üzenetek forgalomra gyakorolt hatásait vizsgálja.

## 1. BEVEZETŐ

Az időjárási tevékenységek forgalomlebonnyolódásra gyakorolt hatásával kapcsolatos vizsgálatok az 1970-es évektől váltak egyre intenzívebbé. Az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások (*intelligent transportation systems and services – ITS-S*) és az útmeteorológiai tájékoztató rendszerek (*road weather information system – RWIS*) széles körű elterjedése és a változtatható jelzéseképű táblák (VJT) alkalmazása az 1990-es évektől újabb lendületet adtak a kutatásoknak. Míg az ITS-S megoldások elsődleges célja a forgalombiztonság és forgalomlebonnyolódás hatékonyságának növelése, addig az RWIS rendszerek az aktuális meteorológiai és útviszonyokról szolgáltatnak információt az üzemeltetőknek és a járművezetőknek.

Az ITS-es megoldások egyik különleges rendszere, a járművek jelenléte esetén aktiválódó jelzőberendezések (*vehicle activated signs – VAS*), amelyeket fokozott eseménypotenciállal rendelkező területekre telepítenek (veszélyes ívek, iskolák környéke, stb.). A berendezések járműérzékelőből és kijelzőkből állnak, amelyek érzékelik a közeledő járművet és annak sebességét. Céljuk, hogy az érkező jármű vezetőjének figyelmét felhívják a veszélyre és kikényszerítsék a sebességsökkentést, illetve a vezetési magatartás változtatását.

Az infokommunikációs technológia fejlődése, a berendezések elterjedése, a hatékonyabb (gyorsabb, pontosabb) tájékoztatás adta lehetőségek és a járművezetők viselkedésének tanulmányozása számos kutatót foglalkoztatott. Elkezdték tanulmányozni, hogy a VJT-ken megjelenített információk milyen hatással vannak a járművezetők magatartására: döntési helyzetekben az információk hatására hogyan viselkednek, kedvező vagy kedvezőtlen időjárási körülmények között, hogyan reagálnak a közlekedésbiztonsággal kapcsolatos üzenetekre, betartják-e az ajánlásokat, javaslatokat? A témával kapcsolatos kutatások első időszakában (70-es, 80-as évek) a szakemberek csak a hely-

színi mérések, a statisztikai adatok és a személyes kikérdezés alapján vizsgálták az időjárási események hatásait, azokat is utólagosan. [1] és [2] az időjárás és a balesetek bekövetkezése közötti összefüggéseket vizsgálta, [3] valamint [4] az útburkolat és baleseti kockázat közötti kapcsolatot. Ebben az időszakban még nem álltak rendelkezésre olyan rendszerek, amelyek lehetőséget biztosítottak a valós idejű adatgyűjtésre és tájékoztatásra. Így nem volt lehetőség az időjárási események tájékoztatás általi kedvezőtlen hatásainak mérséklésére, valamint annak mérésére, hogy az információk milyen hatással vannak a közlekedőkre.

A 90-es évektől kezdve mind Európában, mind Amerikában elterjedtek a változtatható jelzés-tartalmú táblák, amelyeket valós időben lehet programozni, és rajtuk üzeneteket megjeleníteni. A VJT az ITS megoldásokhoz kapcsolódó egyik információmegjelenítő felület, amely közvetlen egyirányú kapcsolatot (beavatkozási lehetőséget) biztosít a forgalomirányító központ és a járművezetők között.

A változtatható jelzéstartalmú táblákat elsősorban a forgalomirányítással kapcsolatos üzenetek megjelenítésére használják (terelés, baleset, korlátozás, stb.). Az ilyen jellegű események az üzemeltetés relatíve kis hányadát érintik, így az alacsony kihasználtság elkerülése érdekében – azon országokban ahol a helyi szabályozás engedi – lehetőség van forgalombiztonsági üzenetek megjelenítésére is, összhangban az ITS megoldások alapvető céljaival.

Az utóbbi években számos kutató foglalkozott a VJT-ken megjelenő információk forgalomlebonnyolódásra gyakorolt hatásával, azonban ezek rendre a (sebesség) korlátozásokat, tereléseket és útvonalajánlásokat megjelenítő üzenetekre korlátozódtak. Bár az elmúlt években néhány szakértő foglalkozott a közlekedésbiztonsági üzenetek hatásaival, azonban a vizsgálatok zöme a (televíziós) kampányok hatékonyságára vonatkoztak. Az ITS rendszerek segítségével megjelenített (pl. VJT) – az aktuális környezeti körülményekhez igazodó közlekedésbiztonsági – üzenetek hatásával szinte alig foglalkozott valaki, miközben azok jelentős potenciált hordoznak.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Jelen cikk szempontjából a tájékoztatást megvalósító, a veszélyre figyelmeztető üzenetekkel foglalkozó kutatások a relevánsak, amelyek különböző összefüggéseket tárnak fel a megjelenített üzenetek és a forgalmi paraméterek között. A jelenlegi közlekedési kultúra vizsgálatát az utóbbi 10-15 év vizsgálatai jól jellemzik. Ennek érdekében csak a 2000 utáni kutatások eredményeivel foglalkozik a szerző.

[5] a VJT elterjedésével kapcsolatosan végzett kutatásokat. Vizsgálatai során megállapította, hogy a VJT-ekkel megvalósított sebességszabályozást (haladási sebesség csökkentést) jobban betartották, ha a sebességet jelző piktogramot az okra vonatkozó szöveges üzenettel együtt jelenítették meg. [6] Finnországban folytatott vizsgálatokat, amely során a kedvezőtlen meteorológiai körülmények hatására aktiválódó különböző jelzéseképkekre (figyelmeztető tábla – csúszós útburkolat, minimális követési távolság) adott forgalmi reakciókat vizsgálta. Az eredmények kimutatták, hogy a csúszós útburkolatra vonatkozó jelzésekép hatására 1-2 km/h-val csökkentették a sebességet. Amennyiben a jelzést sebességszabályozással együtt alkalmazzák, úgy 100-ról 80-ra csökkentve a maximális sebességet, az átlagsebesség helyszíntől és a megjelenített információtól, valamint annak módjától (állandó jelzésekép vagy villogó) függően 3,4-5,3 km/h-val csökkent és a szórás is kisebb lett.

Svédországban az útmeteorológiai rendszert összekapcsolták a VJT-kel. A rendszer az aktuális útviszonyoknak megfelelően az ajánlott sebességet jeleníti meg. Ennek hatását [7] vizsgálta. Megállapította, hogy az ajánlás hatására az átlagsebesség kb. 10%-kal csökkent, a sebességek egyenletesebbé váltak és a követési távolság növekedett.

Hollandiában a VJT-eket forgalmi információszolgáltatásra és általános tájékoztatásra is egyszerre használják. Ezzel kapcsolatosan [8] végzett kikérdezéssel egybekötött felmérést. A járművezetők úgy nyilatkoztak, hogy az általános üzenetekre nem fordítanak különösebb figyelmet. A szerzőpáros megállapította, hogy a feltételezésekkel ellentétben a megjelenített kiegészítő információ nem hordoz negatív hatást.

Angliában több kutató és kutatócsoport is foglalkozott a járművek jelenléte esetén aktiválódó jelzőberendezések hatásával. A gyorsajtással foglalkozó kutatócsoport [9] az Egyesült Királyság tíz helyszínén felszerelt elektronikus kijelzők hatását vizsgálta, amelyek a mérést követően azonnal megjelenítették a járművek sebességét, így a járművezető tisztában volt az aktuális sebességével. A rendszer célja a gyorsajtás csökkentése. A kutatás kimutatta, hogy a helyszíni vizsgálatok során 11 km/h-val csökkent az érintett területeken az átlagsebesség. [10] az országszerte számos helyszínen telepített berendezésekkel kapcsolatosan végzett kutatást. A berendezések gyorsajtó járművek esetén aktiválódtak, és a helyszíntől függően különböző jelzéseképeket jelenítettek meg. A kutatás során összehasonlították a telepítés előtti és a telepítés utáni forgalmi és baleseti adatokat. Az eredmények jelentős sebességcsökkenést mutattak ki, ami a helyszíntől és a megjelenített üzenettől függően 6-22 km/h sebességtartományba esett.

Szintén Angliában [11] egy ködre figyelmeztető rendszer hatásait vizsgálta, amely automatikusan érzékelte a látótávolság csökkenését, és erről az érintett terület előtt – a látótávolságtól függően – 0,8-3,8 km-rel VJT-ken tájékoztatta a járművezetőket. Az üzenet hatására a haladási sebesség átlagosan 2,9 km/h-val csökkent (belső sávokban jobban, külső sávokban kevésbé; gyorsabban haladó járművek az átlagos sebességnél alacsonyabbra csökkentették sebességüket).

Hollandiában [12] és Amerikában [13] szimulátoros vizsgálatokat végeztek, amelyek során összehasonlították, hogy a járművezetők virtuális környezetben hogyan reagálnak a VJT-ken, illetve a járműfedélzeti berendezéseken megjelenő üzenetekre. Hollandiában a sorhosszról szóló információkat közölték a járművezetőkkel, míg Amerikában meteorológiai és baleseti kockázatról szóló információkat. Az eredmények azt mutatják, hogy a járművezetők a figyelmeztető üzenetek hatására mérséklik sebességüket, azonban a járműveken kívül megjelenő üzenetek esetén intenzívebb a hatás.

[14] Kanadában folytattak forgalmi vizsgálatokat, amelyek során két különböző, a gyorsajtással összefüggő üzenet hatását mérték. Az eredmények alátámasztották a kikérdezés elemzést, amely szerint a járművezetők a pszichológiai (lelki) hangvételű üzenetek esetén jobban lelassítanak, mint az általános – büntetésre felhívó – üzenet esetén.

### 3. MÓDSZERTAN

A változtatható jelzéstartalmú táblák által közvetített üzenetek hatásának méréséhez első lépésben fel kellett mérni az autópálya-hálózat jellemzőit és a jelenleg alkalmazott üzemeltetési gyakorlatot. A vizsgálat a pálya menti telepített berendezések elhelyezkedéseinek felmérésével kezdődött. A VJT-k vizsgálata szempontjából a forgalomszámláló és a meteorológiai állomások elhelyezkedése és egymástól mért távolságuk a releváns.

#### 3.1. Infrastruktúra

**A meteorológiai állomások** az autópályák mentén egymástól 10-15 km-re helyezkednek el, időjárás szempontból nagy eseménypotenciállal rendelkező területen (pl. szélcsatornák, hidak, fagyzugok, völgyek, ahol a jegesedés hamarabb kezdődik). Emiatt előfordulhat, hogy egy-egy mérőhelyen a pályaszakaszból többi részétől akár lényegesen eltérő értékeket szolgáltat az állomás.

**A forgalomszámláló állomások** elhelyezkedése előbbinél ritkább, általában csomópontok között található (nyílt vonali forgalomszámlálók), így számukat az autópályán lévő fel- és lehajtók mennyisége is jelenősen befolyásolja. Az autópályákon alkalmazott detektorok szinte mindegyike ún. „duplahurkos” kialakítású, ezáltal képes sebességmérésre is. Rendelkeznek piezoelektromos érzékelővel, ami lehetővé teszi a járműkategóriák megkülönböztetését. Továbbá, a berendezések a mért értékek alapján riasztják a diszpécseret torlódás vagy a forgalom lassulása esetén

**A változtatható jelzésképű táblákat** a nagy eseménypotenciállal rendelkező területekre telepítenek, ahol a forgalmi vagy baleseti jellemzők ezt indokolják (balesetveszélyes területek, torlódások által gyakran érintett területek stb.). A berendezések csak megfelelő monitoring háttér infrastruktúrával képesek feladatukat jól betölteni. Számuk az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások elterjedésével az utóbbi években folyamatosan növekszik. A berendezések felhasználhatósága a tájékoztatástól a forgalomszabályozásig terjed.

Vizsgálataimhoz olyan szakaszokat választottam, ahol a forgalomszámláló állomás a VJT után maximum 5-600 méterre volt. Ez a távolság elegendő arra, hogy a tábla alatti elhaladás után a járművezető értelmezze az üzenetet és annak megfelelően változtasson az aktuális vezetési módján.

A szakaszok kiválasztását követően az egykori Állami Autópálya Kezelő Zrt. (ÁAK) rendelkezésemre bocsátotta a szakaszokhoz legközelebb elhelyezkedő meteorológiai állomások által mért adatokat. Az átadott adatok órás bontásban tartalmazták a következőket: *berendezés azonosító, hőmérséklet, harmatpont, fagypont, relatív páratartalom, csapadék típusa, intenzitása, útburkolat állapota, útburkolat hőmérséklete, burkolaton sókoncentráció, burkolati vízréteg vastagsága, szélirány, szélsébség, széllelőés*. Az adatok egy részét összevettem az Országos Meteorológiai Szolgálat által mért adatokkal, annak érdekében, hogy a nem valós adatokat kiszűrjem. Így kiválasztottam a jelentős csapadékaktivitással rendelkező napokat, amelyekre az ÁAK Zrt. a Forgalom Irányító Rendszeréből (FIR) kiszűrte, hogy mely táblákon mikor, milyen jelzésképek szerepeltek. Az érintett napokra vonatkozóan a VJT-k közelében elhelyezkedő forgalomszámláló állomások adatait is átadták – egyszerűsített táblázatos formában, FIR-ből kinyert adatok –, amelyek alapján a forgalmi hatásvizsgálat elvégezhető volt.

A forgalomszámláló állomások adatai alapján csak a sebesség változását lehetett vizsgálni, ugyanis a berendezések a járműkategóriát, és a sebességet rögzítik. Az adatsor felépítését és a hatperces intervallum adatait a 1. táblázat szemlélteti. Forgalmi sűrűség, követési időközök és egyéb jellemzők vizsgálata a rendelkezésre álló adatok alapján volt lehetséges, ugyanis az ilyen jellegű forgalmi adatokat az országos közúthálózaton sehol nem mérnek.

**1. táblázat: Forgalomszámláló állomások által szolgáltatott adatok felépítése**

Autópálya	Km szelvény	Mérési intervallum	Irány	Sáv	Összes jármű	Szkg	Tgk	Átlag-sebesség	Szkg átlag-sebessége	Tgk átlag-sebessége
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:24 - 10:30	bal	haladó	26 db	11 db	15 db	85,38 Km/h	94,09 Km/h	79 Km/h
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:24 - 10:30	bal	előző	9 db	8 db	1 db	108,33 Km/h	108,75 Km/h	105 Km/h
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:18 - 10:24	bal	előző	28 db	20 db	8 db	92,5 Km/h	96 Km/h	83,75 Km/h
M31	9 + 455 km	2012.10.27. 10:18 - 10:24	bal	haladó	3 db	3 db	0 db	108,33 Km/h	108,33 Km/h	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

### 3.2. Jelenlegi hazai gyakorlat

Az autópálya-kezelő társaságok a hatályban lévő útiügyi műszaki előírásoknak megfelelően ([15] és [16]) és a saját belső szabályzataik értelmében ([17] és [18]) kedvezőtlen időjárási viszonyok esetén (aquaplaning veszély, jegesedés, köd, vizes útburkolat stb.) jogosultak figyelmeztető vagy tájékoztató üzenetek megjelenítésére. Az időjárási információkat az útellenőrök, az Országos Meteorológiai Szolgálat és az automatikusan működő mérőberendezések szolgáltatják. Utóbbiak riasztani is tudják a mérnökségi diszpécsereket, ha az értékek eléri az előre beállított paramétereket.

A VJT-k üzemeltetésére vonatkozó irányelveknek megfelelően az üzeneteknek az alábbi veszélyességi prioritás szerint kell megjelenünnük:

1. Baleset
2. Torlódás, pályazár
3. Időjárás okozta kockázat (csúszós úttest, köd, hófúvás)
4. Forgalomterelés, munkavégzés, lezárások
5. Más pályán/más közútkezelő területén bekövetkező forgalmi események
6. Egyéb




















Ezek mellett mérlegelni kell a veszélyességet és a távolságot is: azonos veszélyességi fok esetén a veszélyesebb és a közelebbi veszélyforrást kell kijelezni, míg eltérő veszélyességi fok esetén a veszélyesebbet.

Az időjárással összefüggő üzenet akkor jeleníthető meg, ha a pálya időjárási eseménnyel érintett szakaszán nincs baleset és forgalmi korlátozás. Ekkor a 2. táblázatban szereplő piktogramokat és a 3. táblázatban szereplő üzeneteket, valamint jelzéseképeket lehet megjeleníteni. A jelzéseképek megjelenítéséért az érintett autópálya mérnökségek felelősek. A „Téli üzemeltetési szabályzat” [17] és a „Forgalomirányítási eszközök üzemeltetéséről szóló szabályzat” [18] számos kötelező előírást meghatároz, azonban a helyzetértékelésében jelentős mozgásterük van a mérnökségeknek. Riasztás vagy észlelés esetén az aktuális forgalmi és időjárási helyzettől függően helyi szinten hozzák meg a döntést a szükséges beavatkozásról (pl. télen preventív szózás stb.) és a megfelelő táblaképek kivételéről.

2. táblázat: Időjárásfüggő piktogramok

			
csúszós útburkolat (eső, jég, egyéb szennyezés)	köd		kedvezőtlen út és látási körülmények
			
csúszós útburkolat (hó), síkkasságmentesítés	korlátozott látási viszonyok (porvihar/füst esetén)		erős vagy viharos oldalszél

### 3. táblázat: Időjárásfüggő jelzések és üzenetek (táblatervek)

 <b>ERŐS OLDALSZÉL!</b> <b>SEITENWIND!</b> <b>CROSSWIND!</b> 	<p>Erős szél(lökések) esetén.</p>
  <b>VIHAROS SZÉL!</b> 	<p>Viharos erejű széllelőkések esetén, amikor a ponyvás tehergépjárműveket az erős szél fel tudja borítani.</p>
 <b>KÖD</b> <b>KÖDFOLTOS ÚTSZAKASZ!</b> <b>FOGGY SECTIONS AHEAD!</b> <b>ACHTUNG NEBEL!</b>  <b>KÖD</b>	<p>Amennyiben a ködfoltos szakasz a VJT után van.</p>
 <b>KÖD</b> <b>KÖVETÉSI TÁVOLSÁG!</b> <b>ABSTAND HALTEN</b> <b>KEEP DISTANCE</b>  <b>KÖD</b>	<p>Ha a kód már a VJT-t is érinti.</p>
 <b>NEDVES BURKOLAT</b> <b>CSÖKKENTSE A</b> <b>SEBESSÉGÉT!</b> 	<p>Vizes, nedves, csúszós útburkolat esetén.</p>
 <b>CSÚSZÁSVESZÉLY!</b> <b>SCHLEUDERGEFAHR!</b> <b>SLIPPERY ROAD!</b> 	<p>Közvetlen csúszásveszélyt okozó körülmény (pl. olajfolyás, vízfolyás) esetén. Ekkor távolság/hossz kiegészítéssel is használható.</p>
 <b>CSÚSZÁSVESZÉLY!</b> <b>SCHLEUDERGEFAHR!</b> <b>SLIPPERY ROAD!</b> 	<p>Téli útviszonyok során, közvetlen csúszásveszélyt okozó körülmény esetén használható (hó, jég).</p>
 <b>SÓSZÓRÁS!</b> <b>SALZSTREUUNG!</b> <b>GRITTING ROAD!</b> 	<p>Síkosságmentesítés esetén, munkagép haladásakor</p>
 <b>HÓÁTFÚVÁS!</b> <b>SCHNEEVERWEHUNGEN!</b> <b>SNOW DRIFTS!</b> 	<p>Hóátfúvással érintett szakaszokon.</p>



 <b>FAGYVESZÉLY!</b> <b>GLÄTTEGEFAHR!</b> <b>RISK OF ICE!</b> 	Felfagyás veszélye esetén
 <b>ÓNOS ESŐ!</b> <b>GLATTEIS!</b> <b>BLACK ICE!</b> 	Ónos esőben.
 <b>KORLÁTOZOTT</b> <b>LÁTÁSI VISZONYOK!</b> <b>BAD VISIBILITY!</b> 	Porvihar/füst esetén, korlátozott látási viszonyok esetén.

Az M7-es autópályán két helyen működik pontszerű, időjárási figyelmeztető/szabályozó pilot rendszer (jobb pálya 33+000 kmsz és bal pálya 49+700 kmsz), ahol zivatarok idején fokozott a csúszásveszély, illetve a Váli völgy térségében az erős széllelkések (33+000 kmsz). A táblák egymás fölött két-két – az üres jelzéstől eltérő – jelzésképpel rendelkeznek (tilalmi és veszélyjelző táblaképek, szükség szerint kiegészítő táblaképpel) (1., 2. és 3. ábra), amely egységeket egymástól függetlenül lehet vezérelni. A körülményektől függően a veszélyjelzés mellett sebességkorlátozás is életbe léptethető (100 km/h). A jelzéskép módosítás mechanikus elven, egy háromoldalú lamella elfordításával történik.

1. ábra: Prizmás VJT-n megjeleníthető jelzésképek (jobb pálya 33+000 kmsz) [18]



### 3.3. Helyszínválasztás

A vizsgálatok elvégzéséhez olyan helyszínt kellett választani, ahol rendelkezésre áll az összes adatgyűjtő és információmegjelenítő eszköz, továbbá az adott autópálya vagy autópályaszakaszon nem található fel- és lehajtó az információt megjelenítő eszköz és a mérőberendezés között. Vizsgálataimhoz az M31-es autópálya 6-10 kmszelvény közötti és az M0-as autópályán 50-67 kmszelvény közötti szakaszait választottam. A szakaszok elhelyezkedését a 4. ábra szemlélteti. Az adatgyűjtő berendezések helyét pályafelület mellett a 4. és 5. táblázat tartalmazza, zöld háttérrel jelölve a vizsgálatokhoz kapcsolódó helyszíneket.

2. ábra: Prizmás VJT-n megjeleníthető jelzésekép (bal pálya 49+700 kmsz) [18]



3. ábra: Prizmatikus VJT-k működés közben [forrás: Állami Autópálya Kezelő Zrt.]



### 3.4. Adatelemzés

A kutatás három egymástól független adatsor összehasonlításából állt: (1) meteorológiai adatok, (2) VJT-ken megjelenített jelzésekép naplófájlja, (3) forgalomszámláló állomások által szolgáltatott adatok.

A forgalmi hatás méréséhez minden vizsgálati helyszínnél kiválasztottam időjárási szempontból eseménytelen, de megegyező forgalmú időszakokat (kontroll adat) – nap, napszak, forgalomnagyság, forgalmi összetétel. A forgalmi adatsornál külön vizsgáltam a haladó és előző sávon mért sebességeket, mind a személy- mind a tehergépjárművekre vonatkozóan. Az időjárási eseménnyel érintett, valamint az azt megelőző és az azt követő időszakokban vizsgáltam a sebességváltozások alakulását, így a hatások összevethetővé váltak.

Az elemzés során a két gyorsforgalmi úton 2011. május 15-től 2013. március 18-ig összesen 176 „eseményt” (üzenetet), azon belül négy jelzésekép hatását vizsgáltam – csúszásveszély (82), vizes/ nedves útburkolat (83), ködfoltos útszakasz (4), sósórázás / síkosságmentesítés (7). A sebességváltozásokat eltérő csapadéktípusok és fagyveszély esetén is tanulmányoztam.



Utanként:

- M0-ás autót: csúszásveszély (69), vizes/nedves útburkolat (82), ködfoltos útszakasz (3);
- M31-es autópálya: csúszásveszély (13), sószórás / síkosságmentesítés (7), ködfoltos útszakasz (1), nedves burkolat (1). A téli időszakban 2012. október 26-tól 2012. december 7-ig.

## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. Általános megállapítások:

- Kis forgalom esetén (éjjel, 200 jármű/óra alatt) az előző sáv vizsgálata nem vezet érdemi eredményre, ugyanis a „jobbra tarts” miatt elenyésző a sáv forgalma (1-2 autó a 6 perces időszakokban).
- Az időjárási esemény (intenzív eső, havazás), már önmagában sebességcsökkenést vált ki, amelynek mértéke függ az esemény intenzitásától [19]. A jelzések segítségével a járművezetők figyelme tovább növelhető, illetve segít a nehezebben észlelhető események (pl. jeges útburkolat, ködfoltos szakaszok, stb.) negatív hatásainak tompításában, illetve óvatosabb továbbhaladásra készíteti a vezetőt.
- A tehergépjárművek közlekedésére megállapításom szerint nincsenek hatással a megjelenített jelzések. Ennek lehetséges okai a teherautók menetdinamikai tulajdonságaira, és a rájuk vonatkozó 70 és 80 km/h-s maximális sebességre vezethetők vissza (autótűt 70 km/h, autópálya 80 km/h).

### 4.2. Jelzések-specifikus eredmények:

#### M0-ás autótűt

A ködfoltos útszakaszra vonatkozó jelzések esetén a forgalmi hatás minimális. A haladó sávon csupán 0,5 km/h-s, az előző sávon 2 km/h-s sebességcsökkenés figyelhető meg. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a ködfoltos szakasz nem feltétlen a VJT-k és a forgalomszámláló állomások közvetlen közelében található. Azonban a járművezetők vélhetően a látótávolság csökkenésekor sebességüket is csökkentik.

Az eredmények kiértékelésekor megállapítható volt, hogy a csúszásveszélyre figyelmeztető és a nedves burkolati állapotra vonatkozó üzenetek hatásai azonosak, lényegi különbség nem tapasztalható.

Az 6. és 7. táblázat összefoglalja a két és három sávú szakaszokra vonatkozóan a jelzések által kiváltott forgalmi hatásokat sávonként és időjárási eseményenként.

#### M31-es autópálya

Ködfoltos útszakaszra és a nedves burkolatra figyelmeztető üzeneteknél nem állapítható meg számottevő forgalmi hatás. Ennek több oka is lehet, pl.: túl kicsi a minta (csupán 1-1 megtelítést volt lehetőség vizsgálni); a vezetők nem a sebességüket mérsékeltek, hanem figyelmüket fokozták stb. A csúszásveszélyre figyelmeztető jelzések által kiváltott sebességcsökkenést a 8. táblázat, a sószórás / síkosságmentesítés figyelmeztető jelzések által kiváltott sebességcsökkenést a 9. táblázat foglalja össze.

A nagyobb sebességcsökkenési értékek nem kifejezetten a jelzéseknek tulajdoníthatók, hanem az időjárási eseményekre is visszavezethetők. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy maga a jelzések is rendelkezik sebességcsökkentő hatással, ami körülményektől és helyszíntől függően akár 10-15 km/h is lehet, azonban jellemzően maximum 10 km/h. Ennél nagyobb mértékű sebességcsökkenés csak erős esőzésben vagy havazásban következik be. Csapadékmentes, de fagyveszélyes időszakokban a sebességcsökkenés minden esetben 5 km/h alatti volt. A csapadékos

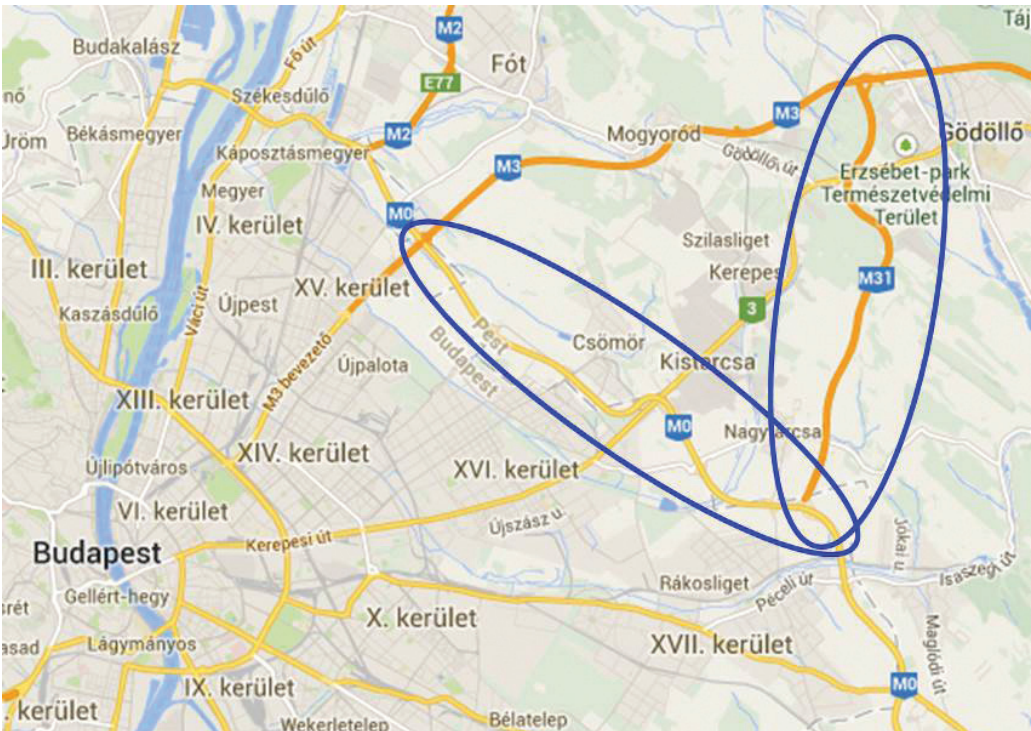
4. táblázat: Adatgyűjtő berendezések elhelyezkedése az M0-ás autópályán

Bal pályaoldal				Jobb pályaoldal		
VJT elhelyezkedése	Sebességkorlátozás	Helyszínre vonatkozó megjegyzések		Helyszínre vonatkozó megjegyzések	Sebességkorlátozás	VJT elhelyezkedése
67+500	110					
66+280	110	egyenes szakaszon három sáv	66+280 forgalom-számláló	egyenes szakaszon két sáv	110	
						65+690
64+230						
	110	egyenes szakaszon két sáv	63+750 forgalom-számláló			
			60+200 meteorológiai állomás			
59+908	100	ívben, csomópont közelében három sáv	59+908 forgalom-számláló	ívben, csomópont közelében két sáv	110	
						59+290
58+400						
	110	egyenes szakaszon három sáv	58+100 forgalom-számláló	egyenes szakaszon három sáv		
					110	57+840
56+240	110	enyhe ívben három sáv	56+240 forgalom-számláló			
52+955	110	enyhe ívben három sáv	52+955 forgalom-számláló	enyhe ívben három sáv	110	
						52+640
			51+945 meteorológiai állomás			
			50+653 forgalom-számláló	egyenes szakaszon két sáv		50+635
					110	50+265

5. táblázat: Adatgyűjtő berendezések elhelyezkedése az M31-ás autópályán

Bal pályaoldal				Jobb pályaoldal		
VJT elhelyezkedése	Sebesség-korlátozás	Helyszínre vonatkozó megjegyzések	VJT elhelyezkedése			
9+945	110					
9+455	110	jobbos ívet követő egyenes, enyhe lejtésű pályaszakas, balos ív előtt két sáv	9+455 forgalomszámláló			
			6+190 meteorológiai állomás			

4. ábra: Vizsgálathoz kiválasztott gyorsforgalmi útszakaszok




időben mért értékek összhangban vannak a korábban publikált eredményekkel is [19]. A forgalmi sávokat összehasonlítva ebben az esetben is megállapítható, hogy a belső (előző) sávon a hatások intenzívebbek. Ennek oka a két sáv között fennálló – minden körülmény között kimutatható – sebességkülönbség. A vizsgált szakaszon, időjárási eseményektől mentes, száraz körülmények között a külső (haladó) és a belső (előző) sáv között 15-30 km/h-s átlagos sebességkülönbség volt mérhető, amely függött a napszaktól, világosságtól és a fogalomtól is.

6. táblázat: Csúszós és nedves útburkolatra figyelmeztető jelzésekép által kiváltott sebességcsökkenés a három sávú szakaszokra vonatkozóan

<div>  <b>NEDVES BURKOLAT CSÖKKENTSE A SEBESSÉGÉT!</b>  </div> <div>  <b>CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD!</b>  </div>			
esőzés esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	1 és 22 km/h között	Haladó sáv	0 és 6 km/h között
Középső sáv	1 és 23 km/h között	Középső sáv	2 és 6 km/h között
Előző sáv	0 és 27 km/h között	Előző sáv	3 és 10 km/h között

7. táblázat: Csúszós és nedves útburkolatra figyelmeztető jelzésekép által kiváltott sebességcsökkenés a két sávú szakaszokra vonatkozóan

<div>  <b>NEDVES BURKOLAT CSÖKKENTSE A SEBESSÉGÉT!</b>  </div> <div>  <b>CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD!</b>  </div>			
esőzés esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	1 és 16 km/h között	Haladó sáv	1 és 2 km/h között
Előző sáv	1 és 18 km/h között	Előző sáv	1 és 3 km/h között
Előző sáv	0 és 27 km/h között	Előző sáv	3 és 10 km/h között

8. táblázat: Csúszásveszélyre figyelmeztető üzenet által kiváltott sebességcsökkenés

<div>  <b>CSÚSZÁSVESZÉLY! SCHLEUDERGEFAHR! SLIPPERY ROAD!</b>  </div>			
eső és fagyveszély esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	3 és 5 km/h között	Haladó sáv	5 és 33 km/h között
Előző sáv	5 és 6 km/h között	Előző sáv	2 és 39 km/h között

9. táblázat: Sósóráásra figyelmeztető üzenet által kiváltott sebességcsökkenés

<div>  <b>SÓSÓRÁS! SALZSTREUUNG! GRITTING ROAD!</b>  </div>			
eső és fagyveszély esetén		havazás esetén	
Haladó sáv	~ 5 km/h között	Haladó sáv	4 és 22 km/h között
Előző sáv	~ 8 km/h között	Előző sáv	10 és 30 km/h között

Több olyan időpont is volt a vizsgálat során, ahol nem volt megfigyelhető a haladási sebesség csökkenése. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a jelzésekép már érvényét veszítette. Ilyen problémák a leggyakoribb odafigyelés mellett is előfordulhatnak.

## 5. ÖSSZEFOGLALÓ

Annak ellenére, hogy a forgalomlebonylódás és az időjárás közötti kapcsolat kutatása több mint fél évszázados múltra tekint vissza, az időjárással kapcsolatos figyelmeztető üzenetek forgalomra gyakorolt hatásával a kutatók – ismereteim szerint – még nem foglalkoztak. A hazai autópályákon végzett vizsgálatok ezt a hiányosságot próbálják meg pótolni. A vizsgálatok kimutatták, hogy az időjárási események már önmagukban csökkentik a haladási sebességet. A megjelenített jelzésekép által kiváltott hatások mérése nem egyszerű. Sok esetben nem lehet egyértelműen meghatározni, hogy a sebességcsökkenés csupán a VJT-nek vagy az esőzésnek/havazásnak köszönhető.

A mérési eredmények alapján azonban kijelenthető, hogy a jelzéseképek megjelenítése, már önmagában is 5-10 km/h-val képes csökkenteni a sebességet. Bár ez a csökkenés kismértékűnek tűnik, nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ezzel párhuzamosan a járművezető fokozza figyelmét (pl. távolabb tekint, gyakrabban használja a tükröket, stb.), felkészül a lehetséges veszélyekre, így a forgalombiztonság is növekszik. Lényeges kiemelni, hogy a mért értékek átlagosak, amelyeket jelentősen befolyásolhat a forgalomnagyság, a pálya vonalvezetése, a látási és tapadási viszonyok hirtelen változása stb. Ennek megfelelően kell kezelni az értékeket, amelyek leginkább iránymutatást adnak a változás mértékéről.

A kutatási eredmények fontos információt nyújtanak a nagyméretű dinamikus hálózatokon vizsgált közlekedési folyamatok analízisének is. A cikkből származó adatok bevitelével a matematikai, ill. szimulációs modellekbe további hasznos eredményeket hoz a hálózatok működésének pontosabb leírásánál, mivel az esőzések hatása tovaterjedhet azon tartományokra, ahol közvetlenül nem észlelhető az időjárás ezen befolyása [20].

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: „Smarter Transport” - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] CODLING, P.J. (1974). Weather and Road Accidents. In: ed. Taylor, J.A. *Climatic resources and economic activity: a symposium*, pp 205-222, Newton Abbot, UK.
- [2] SATTERTHWAIT, S. (1976). An Assessment of Seasonal and Weather Effects on the Frequency of Road Accidents in California. University College London, Traffic Studies Group; *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 8, No. 2, pp. 87-96.
- [3] POLVINEN, P. (1985). Accident risks in winter road conditions. *Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, Ins. tsto Pentti Polvinen Ky. (TVH 741822)*
- [4] BRODSKY, H. and HAKKERT, A. S. (1988). Risk of a Road Accident in Rainy Weather. University of Maryland at College Park, U.S.A. & Technion, Road Safety Center, Haifa, Israel; *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 20, No. 3, pp. 161-176.
- [5] STEINHOFF, CHRISTIANE, KELLER, HARTMUT, KATES, RONALD, FÄRBER, BRIGITTE & FÄRBER, BERTHOLD (2000). Driver Perceptions and the Effectiveness of Preventative Traffic Management Strategies. *Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Systems*, Turin, Italy, 6-9 November, 2000.
- [6] Priikko RÄMÄ: Effects of weather-controlled variable message signing on driver behaviour. *Dissertation for the degree of Doctor of Science, VTT: Helsinki 2001. (VTT Publications 447/2001) ISBN 951-38-5872-3 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)*
- [7] KARLBERG, NILS O. (2002). Road, weather, action. *Traffic Technology International* (2002/Dec 2003/Jan). Surrey, United Kingdom.

- [8] de CRAEN, S. & de NIET, M. (2002). Extra information on Dynamic Message Signs: possibilities and effects. (Extra informatie op matrixborden: mogelijkheden en effecten.) *Stichting wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid SWOV*, R-2002-13, p. 37. Netherlands.
- [9] Changing attitudes towards speeding. (2002). *Highways*, 71(9), pp 25-6. Alad Ltd, Kent, United Kingdom.
- [10] WINNETT, M.A. & WHEELER, A.H. (2002). Vehicle-activated signs – a large scale evaluation. *TRL Report TRL 548. TRL Limited*. United Kingdom.
- [11] COOPER, B.R. & SAWYER, HELEN E. (2005). Assessment of M25 Automatic Fog-Warning System – Final Report. Washington D.C., USA: *Federal Highway Administration*.
- [12] HOGEMA, J.H. & GOEBEL, M.P. (2000). In-car versus roadside queue warning information: a driving simulator study. TM-00-D004. Soesterberg, the Netherlands: *TNO Human Factors TM*.
- [13] BOYLE, L.N. & MANNERING, F. (2004). Impact of Traveler Advisory Systems on Driving Speed: Some New Evidence. *Transportation Research. Part C: Emerging Technologies*, 12(1), pp 57–72.
- [14] TAY Richard, DE BARROS Alex (2010) Effectiveness of Road Safety Messages on Variable Message Signs. *Journal Of Transportation Systems Engineering And Information Technology*, Volume 10, Issue 3, June 2010 DOI: 10.1016/S1570-6672(09)60040-4
- [15] ÚT 2-1.153 Hungarian Road Technical Specification: Requirements of road traffic variable message signs (2008)
- [16] ÚT 2-1.165 Hungarian Road Technical Specification: Deployment of intelligent traffic control and information systems (2009)
- [17] M-HÜ-8 State Motorway Management Company: Regulation about the Winter Maintenance, Budapest 2012.
- [18] M-FS-3 State Motorway Management Company: Regulation about the Operation of Traffic Control Devices, Budapest 2013.
- [19] SÁNDOR Zs.: *Effects of rainfall on the Hungarian motorway traffic parameters*. Scientific Review of Transport, 2013. 4th Vol.
- [20] BEDE Zs., PÉTER T.: The development of large traffic network model, *Periodica Polytechnica*, Ser. Transp. Eng. Vol 39, No 1 (2011) pp. 3-5



## THE EFFECTS OF ROAD SAFETY MESSAGES REGARDING WEATHER CONDITIONS

Intelligent transport systems, which warn drivers of potential hazards through variable message signs installed along motorways, are of considerable importance in adverse weather conditions. In recent decades, a number of researchers have already studied the issues of weather and traffic safety, but the impact of messages about weather conditions has not been examined yet. This study examines the impact of weather-related warning messages on traffic.



## DIE AUSWIRKUNG DER VERKEHRSSICHERHEITSMELDUNGEN AUF DAS VERKEHRSGESCHEHEN

Intelligente Verkehrssysteme, die die Autofahrer durch entlang der Autobahnen installierten Wechselverkehrszeichen für die möglichen Gefahren warnen, sind von erheblicher Bedeutung bei ungünstigen Wetterverhältnissen. In den letzten Jahrzehnten haben zahlreiche Forscher die Fragen der Zusammenhänge des Wetters und der Verkehrssicherheit behandelt, die Auswirkungen der Nachrichten über Wetterereignisse wurden aber bis jetzt noch nicht untersucht. Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen der wetterbedingten Meldungen auf den Verkehr.